

## FR 2648275

2/9/1

DIALOG(R) File 351:Derwent WPI

(c) 2003 Thomson Derwent. All rts. reserv.

008535044 \*\*Image available\*\*

WPI Acc No: 1991-039107/199106

XRAM Acc No: C91-016720 XRPX Acc No: N91-030149

**Encapsulation of hybrid microwave device - on alumina substrate by rectangular alumina frame and kovar lid sealed with glass and soldering**

Patent Assignee: THOMSON CSF (CSFC )

Inventor: LANGLOIS P; LECLERC P; VENDE F

Number of Countries: 001 Number of Patents: 001

### Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
FR 2648275	A	19901214	FR 897672	A	19890609	199106 B

Priority Applications (No Type Date): FR 897672 A 19890609

### Abstract (Basic): FR 2648275 A

A method of encapsulating microwave modules composed of monolithic microwave IC dice interconnected by hybride microwave and feed connections on a mineral dielectric substrate is claimed.

A mineral dielectric frame of such a size as to include the circuit elements within the frame and to exclude the feed and microwave connections is employed. The external faces and the top face of the frame are metallised. It is sealed on to the substrate with glass before mounting the dice. A metallic cover is fixed on to the top after mounting the dice, and is sealed into place in such a manner as to retain the purity of the atmosphere in the capsule.

The substrate and frame are pref. alumina, and are sealed together by glass powder, resin flux and solvent, heated to fusion pref. under N2. The cover lid is fixed on by depositing a brazing paste on the top edge of the frame, brazing an auxiliary metallic frame on top of this of the same metal as the lid, before fixing the dice and then soldering the lid on top with a laser or arc welder. The pref. metal is Kovar, the metallisation on the frame is Au and the brazing paste is Sn/Au, with no flux. The cover lid may also be fixed directly on to the metallised dielectric frame.

ADVANTAGE - The internal atmos. of the capsule is kept clean, which can be difficult to achieve for circuits on mineral dielectrics. The function of the microwave device is unaffected due to the use of a dielectric frame. Materials sensitive to pollution such as GaAs can be used for the circuit elements in the capsule.

Dwg.3/5

Title Terms: ENCAPSULATE; HYBRID; MICROWAVE; DEVICE; ALUMINA; SUBSTRATE; RECTANGLE; ALUMINA; FRAME; KOVAR; LID; SEAL; GLASS; SOLDER

Derwent Class: L03; U11

International Patent Class (Additional): H01L-021/52; H01L-023/10;

H01L-025/16

File Segment: CPI; EPI

Manual Codes (CPI/A-N): L04-F05

Manual Codes (EPI/S-X): U11-D01A9; U11-D03B3; U11-E02A2

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

①⑪ N° de publication : **2 648 275**  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

②① N° d'enregistrement national : **89 07672**

⑤① Int Cl<sup>8</sup> : H 01 L 23/10, 21/52, 25/16.

①② **DEMANDE DE BREVET D'INVENTION**

A1

②② Date de dépôt : 9 juin 1989.

③③ Priorité :

④③ Date de la mise à disposition du public de la  
demande : BOPI « Brevets » n° 50 du 14 décembre 1990.

⑥① Références à d'autres documents nationaux appa-  
rentés :

⑦① Demandeur(s) : Société dite : THOMSON-CSF, Société  
anonyme. — FR.

⑦② Inventeur(s) : Patrick Langlois, Patrick Leclerc et Fran-  
çois Vente. Thomson-CSF, SCPI.

⑦③ Titulaire(s) :

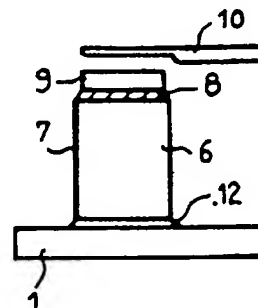
⑦④ Mandataire(s) : Claude Albert. Thomson-CSF, SCPI.

⑤④ Procédé et dispositif d'encapsulation de modules hyperfréquence.

⑤⑦ L'invention concerne un procédé et un dispositif d'encap-  
sulation de modules hyperfréquence.

Le procédé consiste à sceller au verre 12, sur un substrat 1  
en alumine portant un circuit hybride en couche épaisse, un  
cadre en alumine 6 métallisé 7 sur les faces latérales exté-  
rieures et sur le bord supérieur. La fermeture avec un cou-  
vercle 10 en Kovar s'effectue en fixant un cadre métallique  
auxiliaire 9 en Kovar par brasure 8 sur le cadre en alumine en  
l'absence des puces nues de circuits intégrés devant être  
montées sur le circuit hybride. Après nettoyage du boîtier et  
montage des puces, le boîtier est fermé par soudure à la  
molette électrique du couvercle 10 sur le cadre 9, ce qui évite  
la pollution de l'intérieur du boîtier.

L'invention s'applique à l'encapsulation de modules  
hyperfréquence.



FR 2 648 275 - A1

## PROCEDE ET DISPOSITIF D'ENCAPSULATION DE MODULES HYPERFREQUENCE

La présente invention se rapporte à un procédé et un dispositif d'encapsulation de modules hyperfréquence réalisés sous forme de microcircuits hybrides utilisant des puces de circuits intégrés microonde monolithiques interconnectés par des lignes hyperfréquence et d'alimentation en technologie hybride sur substrat en diélectrique minéral, notamment en alumine.

La réalisation de modules hyperfréquence en technologie hybride, par exemple en couche épaisse, utilisant des circuits intégrés du type puce nue, par exemple en AsGa, pose le problème essentiel de l'encapsulation hermétique de ces modules. En effet, d'une part il est absolument indispensable d'encapsuler de manière étanche les circuits intégrés qui sont extrêmement sensibles aux pollutions de toute sorte, particulièrement quand il s'agit d'AsGa, d'autre part il faut protéger les circuits hyperfréquence des influences parasites en particulier de type électromagnétique. Dans le cas de modules en technologie hybride où on utilise des puces nues, il faut donc protéger l'ensemble du module de manière étanche aux pollutions chimiques de tout ordre et contre toutes les perturbations électriques.

On a donc pensé à encapsuler l'ensemble d'un module hyperfréquence par une mise sous boîtier étanche des puces et des lignes de connexion. Cependant, il est absolument indispensable que cette encapsulation soit totalement étanche et que les opérations de scellement des boîtiers utilisés ne polluent en rien l'atmosphère retenue dans lesdits boîtiers. Ceci est particulièrement difficile à obtenir lorsque l'on utilise des substrats de circuits en diélectrique minéral, tel que alumine, nitrure d'aluminium etc ... et que, d'autre part, le poids, les dimensions et le bon fonctionnement en hyperfréquence du dispositif rendent compliquée et donc onéreuse l'utilisation de boîtiers totalement métalliques.

L'invention a pour objet un procédé d'encapsulation remédiant à ces inconvénients.

Un autre objet de l'invention est un procédé permettant l'encapsulation étanche d'un module hyperfréquence  
5 sans aucune pollution à l'intérieur du boîtier.

Selon l'invention, il est donc prévu un procédé d'encapsulation de modules hyperfréquence réalisés sous forme de microcircuits hybrides utilisant des puces de circuits intégrés microonde monolithiques interconnectés par des lignes  
10 hyperfréquence et d'alimentation en technologie hybride sur substrat en diélectrique minéral, notamment en alumine, caractérisé en ce que ledit procédé consiste à :

- réaliser un cadre en diélectrique minéral de dimensions telles qu'il puisse entourer lesdits circuits du module tout en  
15 laissant à l'extérieur les connexions d'alimentation et hyperfréquence réalisées sur les bords du substrat ;
- effectuer une métallisation des parois latérales extérieures et du bord supérieur dudit cadre ;
- effectuer un scellement à base de verre dudit cadre sur ledit  
20 substrat portant les interconnexions, avant le montage desdites puces ;
- fixer, de manière non polluante pour l'atmosphère à l'intérieur du cadre, un couvercle métallique de façon étanche sur le bord supérieur du cadre, après montage en position  
25 desdites puces.

Selon un autre aspect de l'invention, il est également prévu un dispositif d'encapsulation de modules hyperfréquence réalisés sous forme de microcircuits hybrides utilisant des puces de circuits intégrés microonde monolithiques  
30 interconnectés par des lignes hyperfréquence et d'alimentation en technologie hybride sur substrat en diélectrique minéral, notamment en alumine, ledit dispositif étant réalisé conformément au procédé ci-dessus et étant caractérisé en ce qu'il comporte un cadre en diélectrique minéral, entourant  
35 lesdits circuits du module tout en laissant à l'extérieur les

connexions d'alimentation et hyperfréquence réalisées sur les bords du substrat et fixé audit substrat par scellement en verre, ledit cadre étant métallisé sur ses parois latérales extérieures, et un couvercle métallique fixé sur ledit cadre  
5 pour encapsuler hermétiquement lesdits circuits.

L'invention sera mieux comprise et d'autres caractéristiques et avantages apparaîtront à l'aide de la description ci-après et des dessins joints où :

- la figure 1 est une vue d'un module hyperfréquence sur  
10 substrat en alumine non encapsulé ;
- la figure 2 est une vue d'un cadre en alumine servant de paroi latérale au boîtier d'encapsulation du module de la figure 1 ;
- la figure 3 représente un premier mode de fermeture d'un boîtier selon l'invention ;
- 15 - la figure 4 représente un second mode de réalisation selon l'invention ; et
- la figure 5 est une vue en coupe schématisant les zones refondues lors de la soudure du couvercle au cadre de la figure 3.

20 A titre d'exemple et sans que cela soit en rien limitatif de l'invention, on a supposé qu'on considérerait le cas d'un module hyperfréquence réalisé en technologie hybride couche épaisse sur substrat en alumine obtenu par exemple par sérigraphie et utilisant des puces nues de circuits intégrés  
25 microonde monolithiques (MMIC dans la littérature anglo-saxonne). Il est donc nécessaire d'encapsuler hermétiquement ces circuits intégrés pour les protéger de toute pollution chimique à laquelle ils sont très sensibles, surtout dans le cas de circuits du type AsGa. Par ailleurs ces circuits  
30 et les divers autres composants et lignes hyperfréquence et d'alimentation doivent être protégés contre les perturbations électromagnétiques ou électriques de toutes sortes, notamment venant des modules voisins. Une solution envisagée consiste à enfermer le module dans un boîtier étanche et blindé. Cependant  
35 l'utilisation d'un boîtier métallique est une solution

compliquée et onéreuse. En effet, dans ce cas, le substrat ne participe à la fonction boîtier ; il est seulement rapporté et l'entrée-sortie des signaux hyperfréquence nécessite des connecteurs spécifiques, d'où un ensemble coûteux. Une autre  
5 solution adaptée aux modules sur substrat en alumine consiste à prévoir un cadre rectangulaire également en alumine, servant de parois latérales de boîtier et fixé au substrat puis fermé par un couvercle métallique.

Tout le problème consiste alors à fixer de manière  
10 étanche et efficace ce cadre et à le fermer sans pollution de l'atmosphère intérieure du boîtier.

La figure 1 représente schématiquement à titre d'exemple un module hyperfréquence réalisé sous forme de microcircuit hybride. Ce module est réalisé en technologie  
15 hybride en couche épaisse par sérigraphie sur un substrat en alumine 1 et utilise des puces nues 4 de circuits intégrés microonde monolithiques (MMIC) par exemple en AsGa. Les interconnexions sont réalisées par des lignes hyperfréquence 2 et des lignes d'alimentation 3 en technologie hybride. En 5, on  
20 a représenté des accès hyperfréquence du module. Les accès d'alimentation et de masse sont répartis sur les bords longitudinaux du substrat 1 dont la face inférieure (non représentée) est entièrement métallisée pour réaliser un plan de masse.

25 On a représenté sur la figure 2 le cadre en alumine 6 qui constitue les parois latérales du boîtier d'encapsulation. Sa trace sur le module de la figure 1 est représentée en pointillés. Les parties hachurées représentent schématiquement une métallisation 7 déposée sur les parois latérales et le bord  
30 supérieur du cadre 6. Les métallisations des parois peuvent être continues ou sous forme de bandes, comme représenté. Cette dernière solution est plus facile à mettre en oeuvre du point de vue des tolérances car elle permet de dégager les sorties hyperfréquence d'une métallisation trop proche les perturbant  
35 sans qu'il soit nécessaire de positionner précisément des

épargnes. Pour fixer le cadre 6 sur le substrat 1, on a prévu selon l'invention d'effectuer un scellement en verre avant la mise en place des puces 4. Ce scellement s'effectue à l'aide d'une pâte de verre qui est fondue en portant l'ensemble à une  
5 température de l'ordre de 650°C. Du fait que les puces ne sont pas encore montées, le chauffage à cette température n'a aucune conséquence nuisible pour le circuit hybride qui a été obtenu par sérigraphie et cuisson à une température de l'ordre de 800°. La pâte de verre est constituée d'une poudre de verre à base de  
10 silice, d'une résine utilisée comme liant et d'un solvant permettant d'ajuster la viscosité. Pour le verre, on utilisera de préférence des borosilicates de plomb auxquels sont adjoints des oxydes dont la nature et les proportions sont choisies pour ajuster la température de fusion, la viscosité du verre et le  
15 coefficient de dilatation thermique qui doit être le plus proche possible de celui de l'alumine.

La pâte de verre peut être fondue dans l'air mais il existe aussi des pâtes de verre permettant le scellement sous atmosphère d'azote. Ces dernières doivent être choisies lorsque  
20 les métallisations utilisent le cuivre, car elles évitent les dégradations du circuit lors du scellement. Les avantages d'un tel scellement au verre sont une parfaite étanchéité, une très bonne tenue mécanique et l'absence de toute pollution ultérieure à l'intérieur du boîtier contrairement aux procédés de fixation  
25 par collage.

La figure 3 représente en coupe selon AA' (Fig.2) une première variante de fermeture du boîtier par un couvercle métallique 10. On retrouve sur cette figure le substrat en alumine 1 portant le circuit hybride couche épaisse et le cadre  
30 en alumine 6 scellé par un scellement au verre 12. Les parois latérales extérieures et le bord supérieur du cadre 6 sont métallisés, les premières pour assurer le blindage du module, la métallisation étant reliée à la masse sur le substrat, et le second pour permettre les opérations de fermeture du boîtier  
35 ainsi qu'on le verra ci-après.

La fermeture du boîtier s'effectue en deux temps. Dans un premier temps on brase, sur le bord supérieur du cadre 6, un cadre métallique 9 en même métal que le couvercle 10. Pour cela on dépose sur le bord supérieur du cadre 6 une  
5 pâte à braser 8 qui est une pâte à base d'or et d'étain (de préférence 80% Au-20% Sn). Pour que le brasage adhère au bord du cadre 6 en alumine, il est nécessaire que celui-ci soit préalablement métallisé par une couche 7 d'or qui est déposée en même temps que la métallisation sur les parois latérales  
10 extérieures, comme on l'a vu ci-dessus. Selon une réalisation préférée de l'invention, le cadre auxiliaire métallique 9 et le couvercle 10 sont en Kovar. Le brasage du cadre 9 sur le cadre en alumine 6 s'effectue par refusion en l'absence des puces de circuits intégrés. La température de fusion de la brasure Au/Sn  
15 est de l'ordre de 280°C. Même si cette opération de brasure entraîne des pollutions, par exemple résidus de flux, à l'intérieur du boîtier, ceci n'a aucune influence néfaste sur les circuits intégrés puisqu'ils ne sont pas encore en place et ces pollutions peuvent être évacuées en particulier par  
20 nettoyage à l'aide de solvants.

Après ce nettoyage, on met en place les puces de circuits intégrés et on soude le couvercle 10 sur le cadre 9, Kovar sur Kovar, sous atmosphère inerte (Hélium/azote). La  
25 fermeture peut s'effectuer par soudure au laser ou par fermeture à la molette électrique, de préférence. Ces techniques de fermeture par soudure ont l'avantage majeur, à condition de prendre les précautions suffisantes pour ne pas créer d'échauffement qui puisse entraîner la refusion de la brasure 8, de ne provoquer aucune pollution à l'intérieur du boîtier et  
30 d'obtenir une fermeture d'une très grande étanchéité. Pour éviter tout échauffement excessif de la couche de brasure 8, il faut d'une part choisir une épaisseur suffisante pour le cadre auxiliaire 9 et, d'autre part, dans le cas de fermeture à la molette électrique, choisir des impulsions de courant dont la



puissance, la durée et l'espacement soient convenablement déterminés.

La figure 5 montre une vue en coupe grossie du couvercle 10 et du cadre 9 sur laquelle on a schématisé les zones 13 dans le couvercle 10 correspondant à l'échauffement résultant de l'application des impulsions successives appliquées par la molette. On a représenté en foncé les zones refondues correspondantes entre couvercle et cadre.

La figure 4 représente, selon la même coupe que la figure 3, une autre variante de fermeture du boîtier par un couvercle métallique 10. On retrouve les mêmes éléments que sur la figure 3, à l'exception du cadre auxiliaire 9 et de la couche de brasure 8. Pour fixer le couvercle 10 au cadre 6 métallisé, il est prévu de fixer au couvercle 10, en regard du bord supérieur du cadre 6, une préforme 11 de brasure Or/Etain sans flux. Cette préforme est fixée au couvercle 10 par soudure électrique, le couvercle étant préalablement recouvert d'une couche d'or électrolytique. La fermeture du boîtier s'effectue ensuite, après mise en place des puces de circuits intégrés, par refusion de la brasure 11 dans les mêmes conditions que celles prévues pour la brasure 8 de la figure 3. Cette préforme étant sans flux ne pollue pas l'intérieur du boîtier lors de la refusion. Par contre, la mise en oeuvre est un peu plus délicate pour obtenir une bonne étanchéité et il est en particulier nécessaire d'assurer une très bonne propreté des surfaces en présence et une excellente planéité de celles-ci.

Il est clair que, si l'invention a été décrite dans le cadre d'un substrat et de murs du boîtier en alumine, elle s'appliquerait tout aussi bien dans le cas d'autres diélectriques minéraux, comme par exemple le nitrure d'aluminium.

Le terme "diélectrique minéral" est pris par opposition avec les diélectriques de type organiques (résine époxy ...).

Bien entendu, les exemples de réalisation décrits ne sont nullement limitatifs de l'invention.

## REVENDICATIONS

1. Procédé d'encapsulation de modules hyperfréquence réalisés sous forme de microcircuits hybrides utilisant des puces de circuits intégrés microonde monolithiques interconnectés par des lignes hyperfréquence et d'alimentation en technologie hybride sur substrat en diélectrique minéral, notamment en alumine, caractérisé en ce que ledit procédé consiste à :
- réaliser un cadre en diélectrique minéral de dimensions telles qu'il puisse entourer lesdits circuits du module tout en laissant à l'extérieur les connexions d'alimentation et hyperfréquence réalisées sur les bords du substrat ;
  - effectuer une métallisation des parois latérales extérieures et du bord supérieur dudit cadre ;
  - effectuer un scellement à base de verre dudit cadre sur ledit substrat portant les interconnexions, avant le montage desdites puces ;
  - fixer, de manière non polluante pour l'atmosphère à l'intérieur du cadre, un couvercle métallique de façon étanche sur le bord supérieur du cadre, après montage en position desdites puces.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'étape de fixation du couvercle consiste à :
- déposer une couche de pâte à braser sur le bord supérieur dudit cadre ;
  - braser un cadre auxiliaire métallique de même métal que ledit couvercle sur ledit cadre diélectrique, avant la mise en place des puces sur ledit substrat ;
  - souder, après mise en place desdites puces, le couvercle sur le cadre sans refondre ladite brasure entre cadre métallique et cadre diélectrique.

3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que ladite étape de soudure du couvercle est une étape de fermeture à la molette électrique.

4. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que ladite étape de soudure du couvercle est une étape de fermeture au laser.

5. Procédé selon l'une des revendications 2 à 4, caractérisé en ce que, ledit couvercle et le cadre auxiliaire étant en Kovar, la métallisation du cadre diélectrique est opérée par dépôt d'une couche d'or et en ce que la pâte à braser est un mélange d'or et d'étain.

6. procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'étape de fixation du couvercle consiste à :  
- fixer une préforme de brasure sur ledit couvercle en regard du bord supérieur dudit cadre diélectrique ; et  
- souder ledit couvercle audit cadre, après mise en place desdites puces, par refonte de ladite brasure à la molette électrique.

7. Procédé selon la revendication 6, caractérisé en ce que ladite brasure est un mélange d'or et d'étain et en ce que la métallisation du cadre diélectrique est opérée par dépôt d'une couche d'or.

8. Procédé selon la revendication 7, caractérisé en ce que ladite brasure ne contient aucun flux de brasage.

9. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que, ledit substrat et ledit cadre diélectrique étant en alumine, ladite étape de scellement consiste à :

- déposer une pâte constituée d'une poudre de verre, d'une résine servant de liant et d'un solvant entre le substrat et le cadre ; et
- passer l'ensemble dans un four pour chauffer à la température de fusion audit verre.

10. Procédé selon la revendication 9, caractérisé en ce que ledit passage au four s'effectue sous atmosphère d'azote.

11. Dispositif d'encapsulation de modules hyperfréquence réalisés sous forme de microcircuits hybrides utilisant des puces (4) de circuits intégrés microonde monolithiques interconnectés par des lignes hyperfréquence (2) et d'alimentation (3) en technologie hybride sur substrat (1) en diélectrique minéral, notamment en alumine, ledit dispositif étant réalisé conformément au procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 10 et étant caractérisé en ce qu'il comporte un cadre en diélectrique minéral, entourant lesdits circuits du module tout en laissant à l'extérieur les connexions d'alimentation et hyperfréquence (5) réalisées sur les bords du substrat et fixé audit substrat par scellement (12) en verre, ledit cadre étant métallisé (7) sur ses parois latérales extérieures, et un couvercle métallique (10) fixé sur ledit cadre pour encapsuler hermétiquement lesdits circuits.

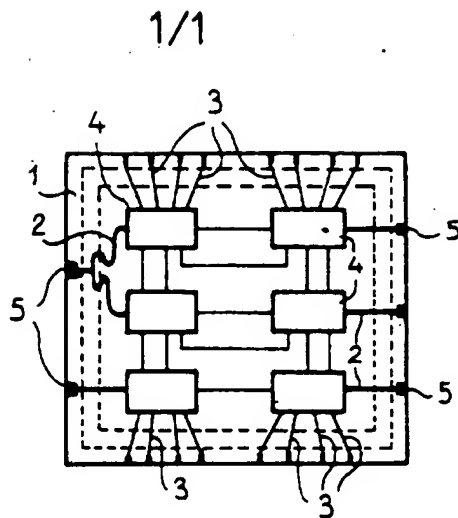
12. Dispositif selon la revendication 11, caractérisé en ce que la fixation du couvercle (10) sur le cadre est constituée par un brasage or-étain (11), le couvercle étant en Kovar.

13. Dispositif selon la revendication 11, caractérisé en ce que la fixation du couvercle (10) sur le cadre (6) est effectuée par l'intermédiaire d'un cadre auxiliaire métallique (9) brasé sur le bord supérieur métallisé dudit cadre

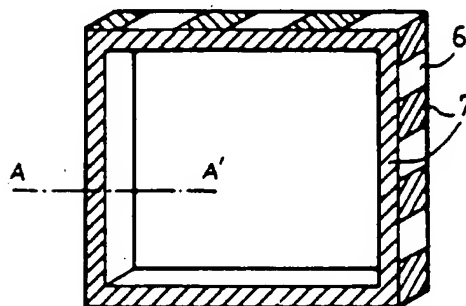
diélectrique par un brasage or-étain (8), le couvercle et le cadre auxiliaire étant soudés entre eux.

14. Dispositif selon la revendication 13, caractérisé en ce que le couvercle (10) et le cadre auxiliaire (9) sont en Kovar et en ce que le cadre diélectrique (6) et le substrat (1) sont en alumine.

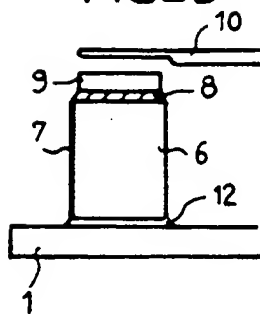
FIG\_1



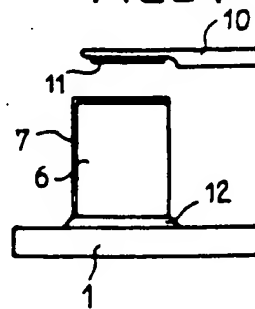
FIG\_2



FIG\_3



FIG\_4



FIG\_5

